

**FERNANDO HENRIQUE DA SILVA CARVALHO**

**TRANSPORTE PÚBLICO COLETIVO EM SÃO CARLOS:  
MODAL ATUAL X TRONCO-ALIMENTADO**

**SÃO CARLOS**

**2021**

**FERNANDO HENRIQUE DA SILVA CARVALHO**

**TRANSPORTE PÚBLICO COLETIVO EM SÃO CARLOS: MODAL  
ATUAL X TRONCO-ALIMENTADO**

**Trabalho de Conclusão de Curso,  
apresentado ao Curso de Graduação de  
Engenharia Civil do Centro Universitário Central  
Paulista, como requisito para a obtenção do  
título de bacharel em Engenharia Civil.**

**Orientadora: Profa. MSc.  
Elaine Rodrigues Ribeiro**

**SÃO CARLOS**

**2021**

A minha família e amigos que me acompanharam nesta jornada. A vida é feita de ciclos, que tem início, meio e fim. Este chega ao fim, ao olhar para o retrovisor da vida, é possível afirmar que este ciclo foi de aprendizado e muitos desafios. Meu muito obrigado e que novos ciclos se iniciem.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a todos os Docentes que estiveram compartilhando seus conhecimentos conosco, ao longo desses cinco anos. Em especial àqueles que muito mais que professores, tornaram-se amigos.

- ✓ Prof. Caio Denari, ao qual tenho a honra de chamá-lo de amigo, um ser humano fantástico, profissional incrível, que me ajudou e ajuda ao longo de tantos anos;
- ✓ Profa. Elaine Ribeiro, aceitou ser minha orientadora, tive as aulas mais divertidas e engraçadas de toda a faculdade, sua forma de ensinar e leve, me fez querer sempre estar na sua aula;
- ✓ Profa. Ivana, sem dúvidas sua forma de ensinar cativa seus alunos, eu esperava chegar sua aula só para poder participar, você tem uma forma de ensinar única.

Seja você quem for, seja qual for a posição social que você tenha na vida, a mais alta ou a mais baixa, tenha sempre como meta muita força, muita determinação e sempre faça tudo com muito amor e com muita fé em Deus, que um dia você chega lá. De alguma maneira você chega lá.

Ayrton Senna.

## Sumário

<b>LISTA DE ILUSTRAÇÕES .....</b>	<b>VII</b>
<b>RESUMO.....</b>	<b>VIII</b>
<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>1</b>
1.1 JUSTIFICATIVA .....	2
1.2 OBJETIVO.....	2
<b>2 REVISÃO DE LITERATURA .....</b>	<b>3</b>
2.1 TRANSPORTE PÚBLICO COLETIVO NO BRASIL.....	3
2.2 IMPORTÂNCIA DO TRANSPORTE PÚBLICO .....	4
2.3 QUALIDADE DO SISTEMA DO TRANSPORTE COLETIVO.....	4
2.4 CONFIGURAÇÕES DE LINHAS DO TPU.....	9
2.5 SISTEMA DE TRANSPORTE PÚBLICO EM SÃO CARLOS.....	11
2.5.1 MODAL E TIPO DE LINHAS NO TRANSPORTE COLETIVO DE SÃO CARLOS.....	12
2.5.2 PRINCIPAIS LINHAS DO TPU DE SÃO CARLOS.....	12
2.6 SISTEMA DIAMETRAL/RADIAL (EM USO).....	15
2.7 SISTEMA TRONCO-ALIMENTADO (EM ESTUDO).....	16
<b>3 MATERIAL E MÉTODO .....</b>	<b>19</b>
3.1 MÉTODO.....	19
3.1.1 MÉTODO QUALITATIVO.....	19
3.2 MATERIAIS.....	19
3.2.1 GOOGLE EARTH.....	19
3.2.2 APLICATIVO CITTAMOBIL.....	20
<b>4 RESULTADO .....</b>	<b>22</b>
4.1 RELAÇÃO DAS LINHAS QUE COMPOEM O TRANSPORTE PÚBLICO DE SÃO CARLOS SEPARADAS POR TIPO DE LINHA.....	22
4.2 PROBLEMAS IDENTIFICADOS.....	26
4.5 COMPARATIVO DE UMA LINHA DO SISTEMA RADIAL (ATUAL) X TRONCO ALIMENTADO (PROPOSTO).....	27
<b>5 DISCUSSÃO E CONCLUSÕES.....</b>	<b>31</b>
<b>6 ESTUDOS FUTUROS.....</b>	<b>33</b>
<b>7 REFERÊNCIAS.....</b>	<b>34</b>

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURA 1 - CLASSIFICAÇÃO DE REDES.....	10
FIGURA 2 - LINHA DIAMETRAL DO SIST. DE TRANS. DE SÃO CARLOS.....	12
FIGURA 3 - LINHA PERIMETRAL DO SISTEMA DE TRANSPORTE DE SÃO CARLOS.....	12
FIGURA 4 - LINHA RADIAL DO SISTEMA DE TRANS. DE SÃO CARLOS .....	12
FIGURA 5 - LINHA LOCAL DO SISTEMA DE TRANS. DE SÃO CARLOS .....	14
FIGURA 6 - LINHA CIRCULAR DO SISTEMA DE TRANS. DE SÃO CARLOS....	14
FIGURA 7 - CONCEITO DO MODAL RADIAL.....	16
FIGURA 8 - CONCEITO DO MODAL TRONCO - ALIMENTADO .....	18
FIGURA 9 - LINHA SELECIONADA PARA ESTUDO .....	20
FIGURA 10 - GRÁFICO DO PERCENTUAL E IDENTIFICAÇÃO DOS TIPOS DE LINHA DO TPU DE SÃO CARLOS.....	25
FIGURA 11 - ANÁLISE DA REDE DE TPU DE SÃO CARLOS .....	25
FIGURA 12 - LINHA SELECIONADA PARA ESTUDO.....	27
FIGURA 13 - PROPOSTA DO SISTEMA TRONCO-ALIMENTADO .....	29

## **RESUMO**

Este trabalho apresenta os modais de transporte radial composto em sua maioria por linhas diametrais e modal tronco-alimentado, onde se faz uma análise de qual sistema seria mais efetivo para o município de São Carlos. O Sistema de transporte de São Carlos está operando o mesmo modelo de transporte há mais de trinta anos, sem que fosse feita nenhuma alteração significativa, tornando o modelo obsoleto e pouco atrativo para os usuários. O modal tronco-alimentado se mostra mais adequado pois é possível alterar trajetos, proporcionar um melhor aproveitamento do tempo dos usuários, bem como racionalizar a frota de acordo com a demanda de passageiros. Ao longo do estudo foi levantado que sessenta e oitos por cento das linhas são diametrais tornando o sistema de linhas travadas sem a possibilidade de uma melhor flexibilização em seus itinerários. O ganho de tempo em comparação entre modais foi de oito minutos, desconsiderando o tempo de espera. Mesmo com um ganho baixo de tempo, com o sistema tronco-alimentado é possível realizar melhoras e otimizar localmente, de forma pontual, trazendo mais gerência o sistema de transporte, conseqüentemente melhorando esse tempo e reduzindo o tempo de espera entre uma linha e outra.

**Palavras-chave:** diametral, radial, tronco alimentado, transporte urbano.

# 1 INTRODUÇÃO

Com o desenvolvimento do capitalismo e a ocorrência das sucessivas Revoluções Industriais, na sociedade moderna, houve uma necessidade grande de desenvolvimento das grandes cidades, onde houve o crescimento e conseqüentemente concentração da maior parte da população mundial. Com este desenvolvimento populacional, houve a necessidade de deslocamento em grandes distâncias, sendo que quanto maior a cidade maior o deslocamento de seus habitantes, percorrendo grandes distâncias. Sendo necessário o desenvolvimento de diversas formas de locomoção, sendo que, o transporte público urbano passou a ser um dos principais e mais relevantes meios de locomoção.

Neste contexto, podemos afirmar que existe um amplo debate sobre a qualidade do transporte coletivo no mundo e no Brasil. Apenas para ressaltar, sendo que não se trata do assunto abordado por este trabalho, um dos assuntos mais debatido sobre o TPU é o valor agregado da tarifa.

De acordo com matéria pública (BRASIL, 2016):

*Em setembro de 2015 foi promulgada a Emenda Constitucional 90/15, que garantiu o transporte como um direito social. O tema foi incluído na Constituição Federal, que já previa como direitos dos cidadãos a educação; a saúde; a alimentação; o trabalho; a moradia; o lazer; a segurança; a previdência social; a proteção à maternidade e à infância; e a assistência aos desamparados*

Para Ferraz e Torres (2004) a facilidade de deslocamento de pessoal nas cidades depende do sistema de transporte público de passageiros, pois caracteriza a importância da qualidade de vida de uma sociedade e, por conseqüência, do seu grau de desenvolvimento econômico e social. Marins (2007) afirma que o serviço de transporte público por ônibus desempenha um importante papel no espaço urbano, sobretudo, o grau de acessibilidade disponível em seus deslocamentos, o direito de ir e vir, garantido pela constituição brasileira.

Tendo em vista as citações acima, bem como a percepção de que São Carlos possui um Transporte Público Urbano (TPU) precário, optou-se neste trabalho por um possível modal de transporte alternativo face ao existente. Ao final será avaliada uma linha de ônibus existente a fim de comparação entre os modais, buscando dentro de uma previsibilidade apontar resultados que evidenciem uma possível melhoria no TPU da cidade de São Carlos.

### **1.1. JUSTIFICATIVA**

Tendo em vista que o atual Sistema de Transporte Público de São Carlos está defasado, tendo em vista que seu modal de transporte coletivo permanece inalterado desde a década de oitenta, tornando cada vez menos interessante a utilização deste, é necessário um olhar para um novo sistema de transporte que torne esse modelo de transporte algo atrativo, face aos novos desafios, como por exemplo os aplicativos de transporte individual (Uber, 99, etc.).

O modal escolhido para ser apresentado neste estudo foi o Modal Tronco-Alimentado, que consiste em um sistema de transporte público mais eficiente, por utilizar linhas troncos e linhas alimentadoras, possibilitando uma melhor distribuição da frota de ônibus dentro do município de São Carlos. Visando sempre um equilíbrio entre oferta e demanda, o sistema tronco alimentado tem como principal característica a flexibilidade nos itinerários, isso faz com que o gestor e o município consigam equalizar a quilometragem percorrido, reduzindo quilometragem ociosa ou de baixa demanda, possibilitando uma readequação da tarifa, tornando-a mais interesse e competitiva face a outros sistemas de transporte.

### **1.2. OBJETIVO**

Analisar os pontos críticos do modal atual do sistema de transporte coletivo de São Carlos face o Sistema Tronco – Alimentado e comparar uma linha existente do sistema atual, verificando os indicadores de uma possível melhora da rede de transporte coletivo.

## **2. REVISÃO DE LITERATURA**

Nesta revisão literária será abordado o Transporte Público Coletivo no Brasil e na cidade de São Carlos, sua importância para o acesso como direito a serviços e o conceito dos modais de transporte diametral e tronco-alimentado.

### **2.1. TRANSPORTE PÚBLICO COLETIVO NO BRASIL**

O Brasil por ter características e dimensões continentais, tendo em seu território um número significativo de cidades de médio e grande porte, tem adotado ao longo do tempo, sistema de transporte coletivo por ônibus, levando em consideração face a outros modais de transporte o baixo custo na operacionalização do sistema.

Em uma análise detalhada feita por Orrico et al (1986) e por Brasileiro e Henry (1999), o Brasil diferentemente dos países latino-americanos e países em desenvolvimento da Ásia e África, adotou desde a década de 1960, um modelo de transporte onde o Estado define as condições de prestação de serviço: rotas, frequência, tipo de veículo, tarifa, para posterior a isso realizar a concessão do serviço ao setor privado, por meio de licitação.

A realização da função social do trânsito passa necessariamente pelo atendimento às demandas dos seus participantes por acessibilidade, mobilidade e qualidade de vida. Mobilidade compreende a facilidade de deslocamento das pessoas e bens na cidade em função das complexas atividades nela desenvolvidas, constituindo um componente da qualidade de vida aspirada por seus habitantes. Problemas na infraestrutura e qualidade do transporte comprometem a mobilidade e a capacidade de deslocamento. Acessibilidade constitui a facilidade, em distância, tempo e custo, em alcançar fisicamente os destinos desejados, encerrando a efetividade do sistema de transporte em conectar localidades separadas. Traduz uma relação entre pessoas e espaço diretamente relacionada à qualidade de vida dos cidadãos. Falar em qualidade de vida no trânsito implica necessariamente abordar o sistema de transporte das cidades, sobretudo o coletivo, de maneira a problematizar

sua influência na configuração do desenho urbano e o consequente impacto na acessibilidade e mobilidade dos atores sociais. (ARAÚJO, 2011).

## **2.2. IMPORTÂNCIA DO TRANSPORTE PÚBLICO**

Para Rodrigues (2014), o transporte é um importante agente de estruturação de políticas e das estratégias para viabilizar o espaço urbano na prestação de serviço de deslocamento de pessoas e produtos para a sociedade, principalmente por interferir nos padrões de distribuição da população, estabelecendo o seu papel de ligação entre as atividades produtivas e as residências, com implicações diretas na disposição do uso, ocupação e valor do solo.

O transporte público configura um direito essencial para que se possa obter acesso a outros direitos básicos como saúde, educação, transporte e lazer. A dinâmica no Brasil de ter transporte em massa subplanejado, uma vez que o sistema não é pensado de forma a garantir conforto e eficiência, torna o dia a dia dos brasileiros que dependem desse modal uma verdadeira tortura, com incertezas de disponibilidade de horários, se o ônibus vai passar ou não.

## **2.3. QUALIDADE DO SISTEMA DE TRANSPORTE COLETIVO**

O transporte público urbano está dentro do setor serviços, levando em consideração que deve ser analisado de forma diferenciada no que se refere a qualidade. Lima Jr. (1995) destaca como diferenciação: a intangibilidade de seus resultados; a participação do cliente na produção; a heterogeneidade dos processos e resultados, com alta variabilidade motivada por fatores de difícil controle, principalmente os associados ao cliente; os picos de demanda; e o fato da produção não ocorrer em ambiente controlado, pois se desloca espacialmente. Sendo que o transporte se trata de uma atividade meio, onde o usuário utiliza para ir ou vir, visando acessar serviços como saúde, educação, lazer, trabalho, entre outros.

Quando falamos de qualidade no transporte público urbano, precisamos destacar e remeter o livro de Ferraz e Torres (2004), onde fica destacado doze fatores primordiais com relação a qualidade no transporte público por ônibus.

- Acessibilidade (está associada à facilidade de chegar ao local de embarque no transporte coletivo e de sair do local de desembarque e alcançar o destino final);
- Características dos locais de parada (sinalização adequada, existência de bancos para sentar e cobertura);
- Características dos veículos (a tecnologia e o estado de conservação);
- Comportamento dos operadores (postura dos motoristas e cobradores durante o desempenho de suas atividades);
- Conectividade (facilidade de deslocamento dos usuários de transporte público entre dois locais quaisquer da cidade);
- Confiabilidade (grau de certeza dos usuários de que o veículo de transporte público vai passar na origem e chegar ao destino no horário previsto);
- Estado das vias (a qualidade da superfície de rolamento);
- Frequência de atendimento (relacionada ao intervalo de tempo da passagem dos veículos de transporte público);
- Segurança (acidentes envolvendo os veículos e atos de violência);
- Sistema de informação (disponibilidade de folhetos com horários, itinerário das linhas e a indicação de estações);
- Tempo de viagem (tempo gasto no interior dos veículos); • Lotação (quantidade de passageiros no interior dos veículos).

A qualidade e a eficiência do TPU devem ser contempladas de forma ampla dentro do sistema de transporte urbano.

- É necessário considerar a eficiência de todas as ações envolvidas na realização do serviço, bem como o impacto do sistema de TPU na eficiência global da cidade;
- Quanto à qualidade é importante considerar a satisfação de todos os envolvidos com TPU de forma direta ou indireta: usuários, comunidade, governo, trabalhadores do setor e empresários do ramo.

A qualidade e a eficiência do TPU dependem principalmente dos seguintes requisitos:

- **Conscientização:** todos devem entender a importância de um TPU com qualidade e eficiência.
  - **Usuário:** melhoria da qualidade de vida;
  - **Governo e comunidade:** aspectos sociais e econômicos;
  - **Empresários e trabalhadores do setor:** manter seus negócios e empregos vencendo a concorrência com outros modos.
- **Planejamento e gestão:** é fundamental o bom funcionamento do TPU para manter sua qualidade e eficiência.
- **Legislação:** proporcione confiança aos empresários para investir no TPU e, ao mesmo tempo, forneça ao governo condições para realizar bem o planejamento e a gestão do sistema.
- **Educação/capacitação:** de todos os envolvidos no serviço de TPU, pois é fundamental que cada grupo realize as ações que lhe competem.

Seguindo o que foi visto em sala de aula, podemos destacar outro aspecto importante é o de sustentabilidade da qualidade. É conseguida por intermédio da satisfação racional e equilibrada de todos os atores, pois a insatisfação de algum grupo leva, inevitavelmente, ao desequilíbrio do sistema.

É possível elencar objetivos, direitos, e obrigações atores que compõem o TPU, que impactam diretamente a qualidade do serviço prestado.

- **Governo Objetivo:** proporcionar um TPU com qualidade (segurança, comodidade e rapidez), a um custo compatível com a renda dos usuários e que atenda aos interesses maiores da comunidade;

**Direito (e dever):** planejar e fazer a gestão do TPU;

**Obrigações:** realizar o planejamento do transporte, implementar as obras e as ações que lhe dizem respeito e realizar a gestão do sistema.

Sendo que o governo pode por meio de concessão ou parcerias destinar a empresas privadas a missão de realizar essas ações.

A operacionalização da gestão do TPU, conforme abordada em sala de aula envolve o estabelecimento prévio de normas e regulamentos para seu funcionamento, atividades de fiscalização, definição da programação operacional, gerenciamento do banco de dados com informação sobre o sistema, organização de foro permanente para discussão entre os atores envolvidos, etc.

- **Usuário**

**Objetivo e direito:** ter um transporte público de adequada qualidade e baixo custo. O passageiro deve ser visto como cliente do sistema e das empresas, tendo direito a um serviço satisfatório. “Cliente não satisfeito, troca a opção de transporte”.

**Obrigações:** respeitar e ser cortês com os operadores e outros usuários, ceder assento aos deficientes, idosos, gestantes, crianças e enfermos, respeitar as normas e as regras de segurança e ajudar a conservar os veículos e instalações do sistema.

- **Trabalhadores**

**Objetivo e direito:** salários compatíveis com a função, benefícios sociais, jornada de trabalho adequada, instalação de trabalho saudáveis, possibilidade de participar das decisões para melhorar a eficiência e qualidade no trabalho, etc.

**Obrigações:** realizar suas tarefas com eficiência, qualidade e segurança, respeitar chefes e colegas, acatar determinações superiores, etc.

- **Empresários**

**Objetivo e direito:** retorno econômico justo do investimento e garantia da continuidade da prestação do serviço por um tempo compatível ao investimento realizado.

**Obrigações:** pagar corretamente impostos e encargos sociais, obedecer a legislação trabalhista, pagar salários justos, tratar os empregados com respeito e humanidade, ter permanente disposição em melhorar a qualidade e eficiência do TPU, manter a qualidade de todas as ações e promover a permanente capacitação dos seus funcionários.

- **Comunidade**

**Objetivo e direito:** baixa poluição atmosférica, sonora e visual, mínimo prejuízo para o trânsito em geral, não degradação do espaço público junto às estações, terminais e pontos de parada com maior movimento, baixo índice de acidentes, baixo preço do serviço (acessível as pessoas de baixa renda), boa qualidade do serviço, veículos e instalações físicas com aparência agradável, fácil acesso por pessoas com deficiência, contribuição para ocupação do solo de uso racional, etc.

**Obrigações:** apoiar o sistema de TPU, reconhecendo sua importância econômica e social.

Para tanto é necessário oferecer um sistema de transporte que possibilite e garanta essas condições aos usuários, possibilitando que o tempo gasto entre o deslocamento a pé até o ponto de embarque/desembarque e seu tempo de percurso dentro do coletivo seja o menor possível aliado ao conforto e segurança. Além disso,

eles terão de apresentar um grau satisfatório de cobertura e representatividade das atividades e resultados gerados. (TIRONI et al, 1991).

## **2.4. CONFIGURAÇÕES DE LINHAS DE TPU**

Dentro do transporte público urbanos podemos classifica-los em tipos de rede e tipos de linhas e funções dessas linhas dentro de sistema.

- **Rede**

Rede é como se faz a distribuição do transporte coletivo dentro da cidade, realiza-se a distribuição de conforme o tipo de rede escolhido. Existem vários modais, os mais usais são:

- **Rede Radial**

É o modal mais utilizado, sendo que utiliza como premissa de levar a demanda do bairro para o centro, onde dependendo da cidade, transforma-se em terminais de integração.

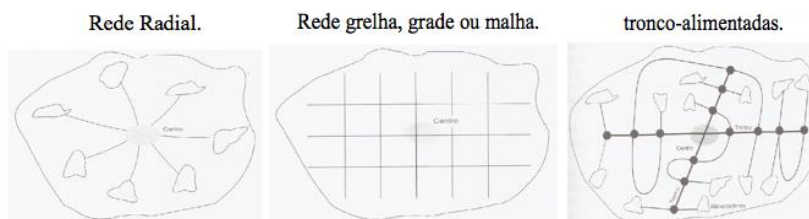
- **Rede em Malha**

Este modal tem como característica uma boa distribuição da demanda na cidade, não havendo necessidade de todas as linhas passarem pela região central, gerando integração em pontos distintos, uma vez que é possível cruzar essas linhas em terminais descentralizados.

- **Rede radial com linhas tronco-alimentadas**

Este modal possui linhas troncais que percorrem corredores com grande demanda de passageiros e essas linhas são alimentadas por outras linhas de menor capacidade de demanda.

Figura 1: Classificação de Redes



Fonte: Ferraz e Torres , 2004.

- **Tipos de linhas**

O sistema de transporte público urbano é formado por diversos tipos de linhas que atendem a demanda de passageiros de uma cidade, sendo possível implantar mais de um tipo de linha para atender a necessidade de uma determinada região, sendo as mais comuns:

- **Diametral:** Liga dois bairros diferentes passando pela região central;
- **Perimetral:** Liga dois bairros diferentes sem passar pela região central;
- **Radial:** Liga o bairro ao centro;
- **Local:** Linha que opera somente em uma determinada região;
- **Circular:** Realiza um determinado trajeto passando uma única vez por aquele ponto.

- **Função das linhas**

Cada tipo de linha tem sua função dentro do sistema de transporte público urbano, cabendo ao gestor público dimensionar da melhor maneira possível a sua funcionalidade a fim de oferecer um sistema eficiente:

- **Convencional:** Linhas param ao longo da linha em todos os pontos de parada;

- **Alimentadora:** São linhas pequenas que atendem a demanda do bairro para o terminal de integração;
- **Tronco:** São linhas que operam nas vias principais da cidade e tem como origem e destino grandes concentrações de demanda, seja no bairro ou no terminal.

Essas são as principais funções das linhas dentro do sistema de transporte público. Existem outras funções para as linhas, podendo ser:

- **Expressa:** Linha que liga um ponto inicial e um final sem paradas no trajeto;
- **Especial:** Linhas que atendem uma demanda específica, pode ser reforço de uma linha convencional, para atender evento ou show. Tendo como duração apenas o evento em si;
- **Seletivo ou Executivo:** Linha com a função de atender um horário e itinerário específico, podendo ser utilizada para atendimento a Empresas, Aeroportos, entre outros;
  - **Corujão:** Linha que a demanda noturna, podendo ocorrer ao longo da madrugada ou aos fins de semana.

## 2.5. SISTEMA DE TRANSPORTE PÚBLICO EM SÃO CARLOS

O modal de transporte de São Carlos possui uma rede de linhas do tipo Convencional, formada por linhas diametrais e radiais, sendo que os passageiros utilizam este transporte coletivo para se locomoverem de suas residências para acessar os mais diversos serviços, sendo que as oportunidades de empregos e serviços estão alocadas na região central e extremidades da cidade, como a região norte, distritos industriais e Universidades. Sendo que este sistema diametral por vezes torna a viagem cansativa, por não haver flexibilidade para quem utilizar o sistema.

### 2.5.1. MODAL E TIPOS DE LINHAS NO TRANSPORTE COLETIVO DE SÃO CARLOS

São Carlos utiliza o modal de transporte do tipo Rede Radial, onde a maioria das linhas passam pela região central, derivando em linhas diametrais e radiais, tendo um impacto no planejamento por se tratar de um sistema que não passa por atualização há mais de trinta de anos, tornando um sistema desatualizado, pois não permite a flexibilização de acordo com a demanda, a oferta permanece inalterada, tendo em vista que não há como realizar alterações em seu percurso, como principais linhas em sua rede de transporte público temos:

- Linhas Diametrais: liga um bairro ao outro passando pelo centro;
- Linhas Radiais: liga o bairro ao centro;
- Linhas Perimetrais: ligas dois bairros sem passar pela região central.

### 2.5.2. PRINCIPAIS LINHAS DO TPU DE SÃO CARLOS

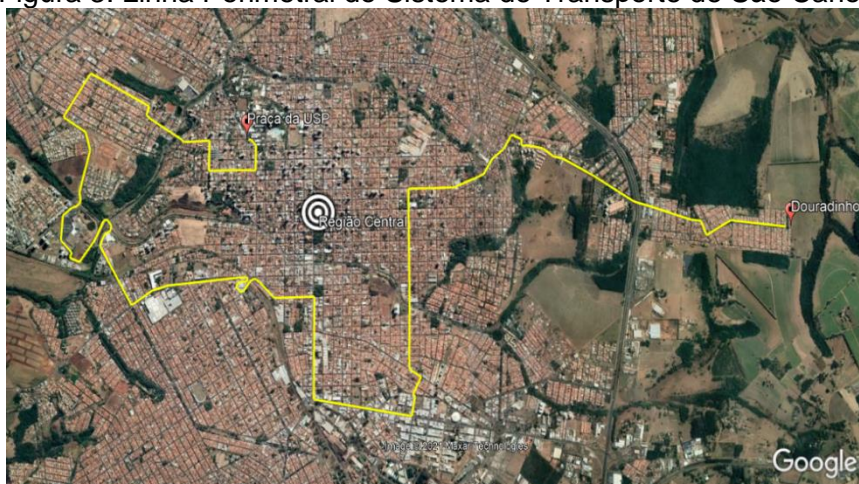
Tendo em vista a colcha de retalhos que é o sistema de transporte de São Carlos, podemos encontrar ao longo da sua distribuição mais de dois tipos de linhas, sendo elas:

Figura 2: Linha Diametral do Sistema de Transporte de São Carlos



Fonte: adaptado de Google Earth, acessado em Dez/2021.

Figura 3: Linha Perimetral do Sistema de Transporte de São Carlos



Fonte: adaptado de Google Earth, acessado em Dez/2021.

Figura 4: Linha Radial do Sistema de Transporte de São Carlos



Fonte: adaptado de Google Earth, acessado em Dez/2021.

Figura 5: Linha Local do Sistema de Transporte de São Carlos



Fonte: adaptado de Google Earth, acessado em Dez/2021.

Figura 6: Linha Circular do Sistema de Transporte de São Carlos



Fonte: adaptado de Google Earth, acessado em Dez/2021.

## **2.6. SISTEMA DIAMETRAL / RADIAL (EM USO)**

Este com certeza é o modal de transporte mais comum e utilizado em todas as cidades do Brasil, sendo basicamente formando por linhas que ligam o bairro ao centro e o contrário centro para o bairro.

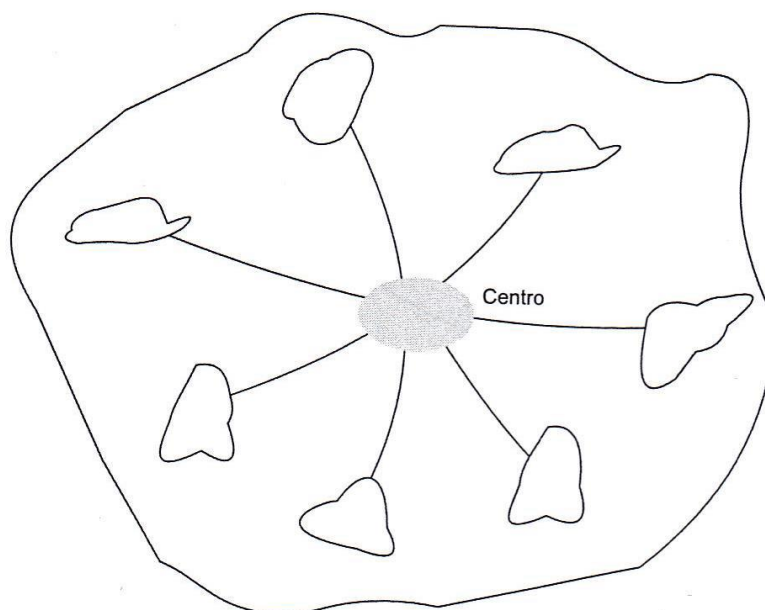
### **Principais benefícios deste modal são:**

- Não há necessidade de integração forçada entre ônibus;
- O ônibus percorre o itinerário de bairro a bairro passando pelo centro com o usuário dentro;
- A empresa gestora ou município não precisam investir em grandes terminais de integração.

### **Principais desvantagens deste modal:**

- Comboio (vários ônibus um atrás do outro) de ônibus na região central;
- Maior tempo de espera nos pontos, geralmente são ônibus que realizam o percurso a cada uma hora;
- Não há flexibilização no trajeto independente da faixa horária;
- O ônibus precisa percorrer o trajeto de bairro a bairro mesmo sem passageiros;

Figura 7: Conceito do Modal Radial



Fonte: Ferraz e Torres, 2004.

## 2.7. SISTEMA TRONCO-ALIMENTADO (EM ESTUDO)

O modal tronco alimentado possibilita uma melhor distribuição dos itinerários, levando em consideração oferta x demanda, podendo ser flexível, buscando rotas alternativas, distribuindo o modal em linhas alimentadoras e linhas tronco. Reduzindo o tempo de espera e dão maior conforto ao se utilizar este sistema de transporte público.

Este sistema possibilita a conexão entre terminais (estação) para transbordo (transferência) de passageiros, sendo possível realizar a integração de forma física, tarifária ou temporal.

O modal possui em seu conceito apenas dois tipos de linhas para serem utilizadas no sistema de transporte urbano:

- Linhas troncais – Linhas de alta capacidade, ligação entre terminais;
- Linhas Alimentadoras – Baixa/Média capacidade, ligação entre bairro e terminal.

**Os principais benefícios desse modal são:**

- Diminuição no tempo de viagem;
- Aumento da frequência de atendimento;
- Maior abrangência de atendimento, sem sobreposição de itinerários, aumentando a eficiência do sistema de transportes;
- Possibilidade de uso de veículos de maior capacidade, reduzindo a frota em circulação;
- Racionalização do uso do sistema viário nos corredores de tráfego;
- Redução do número de linhas em circulação.

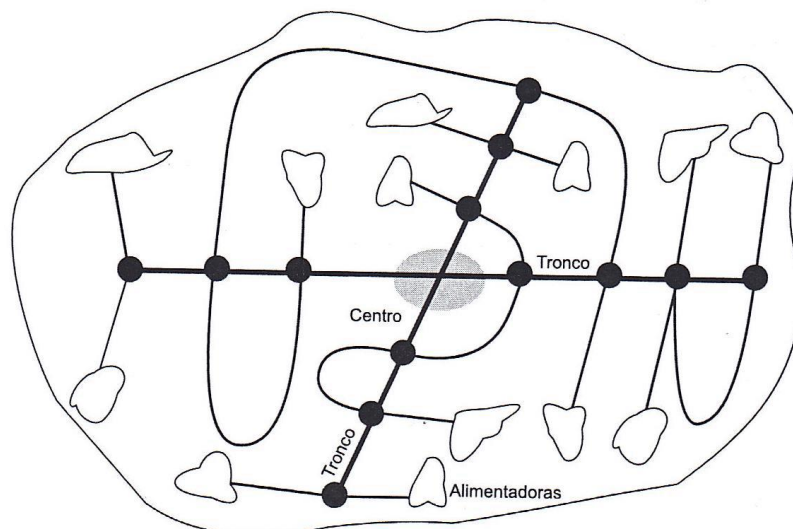
**Como todo sistema possui suas desvantagens, sendo elas:**

- Necessidade de transbordo (transferência forçada) nos terminais/estações de integração;
- Desconforto percebido pelo usuário ao desembarcar em determinada estação (terminal) para seguir até o seu destino.

Podemos apontar grandes capitais e cidade de médio porte que já utilizam este modal no Brasil.

- Grandes Capitais que utilizam este modal:
  - Curitiba/PR;
  - São Paulo/SP;
  - Goiânia/GO.
- Cidades de médio porte que utilizam o modal:
  - Piracicaba/SP;
  - Uberaba/MG;
  - Mauá/SP.

Figura 8: Conceito do Modal Tronco - Alimentado



Fonte: Ferraz e Torres, 2004.

## **3. MATERIAIS E MÉTODO**

### **3.1. MÉTODO**

O método utilizado consiste no entendimento da estrutura do transporte como direito básico garantido na Constituição Federal. Com o entendimento busca-se propor um novo sistema se assim for identificado como mais eficaz para o município de São Carlos, fazendo-o de forma comparativa entre o Sistema Tronco Alimentado e com linhas alimentadoras e troncais versus o Sistema Diametral utilizado atualmente como modal majoritário na cidade de São Carlos.

#### **3.1.1. MÉTODO QUALITATIVO**

Método subjetivo para efeito de análises, buscando parâmetros ao observar linhas ou trajeto da rede de linhas da cidade de São Carlos.

### **3.2. MATERIAIS**

Para análise e efeito de comparação entre os modais de transporte é importante utilizar ferramentas e software para estratificar e mostrar através de imagens e mapas e dados a flexibilidade e/ou a dificuldade de itinerários e trajetos realizados pelos ônibus.

#### **3.2.1. GOOGLE EARTH**

Google Earth é um programa de computador desenvolvido e distribuído pela empresa estadunidense do Google cuja função é apresentar um modelo tridimensional do globo terrestre, construído a partir de mosaico de imagens de satélite obtidas de fontes diversas, imagens aéreas (fotografadas de aeronaves) e GIS 3D. Desta forma, o programa pode ser usado simplesmente como um gerador de mapas bidimensionais e imagens de satélite ou como um simulador das diversas paisagens presentes no Planeta Terra. Com isso, é possível identificar lugares, construções, cidades, paisagens, entre outros elementos. O programa é similar,

embora mais complexo, ao serviço também oferecido pelo Google conhecido como Google Maps.

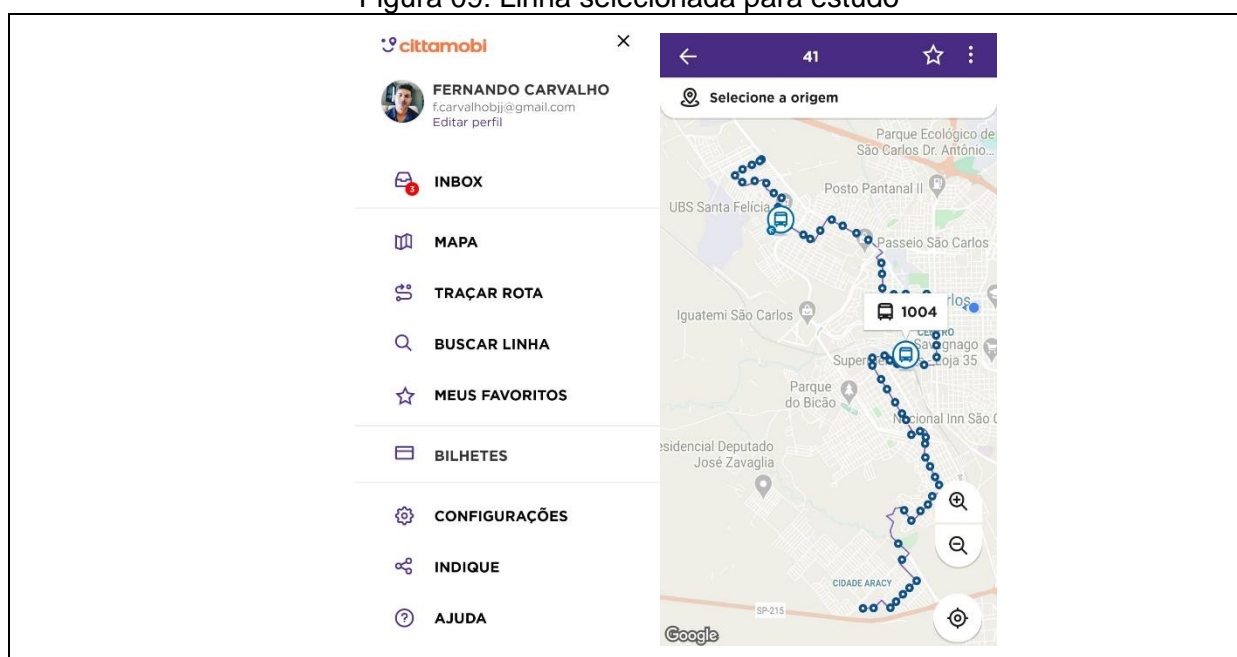
### 3.2.2. APLICATIVO CITTAMOBİ

O CittaMobi é um aplicativo que foi criado para ajudar os usuários do transporte coletivo há monitorar o horário dos veículos em tempo real, as previsões mais precisas, as melhores rotas para o seu dia a dia, serviços digitais e ferramentas que vão trazer mais comodidade e conveniência para o seu dia a dia.

Na cidade de São Carlos o aplicativo é utilizado pelos usuários do transporte coletivo para acessarem as informações dos ônibus que realizam as linhas, contribuindo para um melhor planejamento por partes dos usuários.

O aplicativo é disponibilizado nas lojas de aplicativos Google Play e Apple Store.

Figura 09: Linha selecionada para estudo



Fonte: Aplicativo CittaMobi.

### **3.2.3. O QUE SERÁ COMPREENDIDO DENTRO DO ESTUDO**

Será apresentado nos resultados o estudo de uma linha específica do transporte coletivo de São Carlos, tendo em vista que a rede possui um número significativo de linhas, o estudo se tornaria muito extenso, porém ao que o estudo se compromete, o estudo de uma linha consegue exemplificar e realizar a comparação entre o sistema radial (atual) e o tronco-alimentado (modal a ser estudado).

Para efeito de comparação foi elencada a linha 41 – Arnon de Mello x Cidade Aracy I, será feito comparativo entre os dois modais de transporte levando em consideração a extensão da linha, velocidade média, sentido de ida e volta.

## 4. RESULTADO

Será mostrado o sistema de linhas do transporte público coletivo de São Carlos, visando analisar a base das linhas em sua estrutura atual, denominando-as em seu formato correto.

### 4.1. RELAÇÃO DAS LINHAS QUE COMPOEM O TRANSPORTE PÚBLICO DE SÃO CARLOS SEPARADAS POR TIPO DE LINHA

São Carlos possui vários tipos de linha, para exemplificar e deixar mais claro o entendimento as linhas serão separadas por tipo de linha.

- **Linhas alimentadoras**
- Linha 64 – Estação Norte – UFSCar (USE).
  
- **Linhas circulares**
- Linha 11 – Circular (Via Estação Norte).
  
- **Linhas diametrais**
- Linha 01 – Pacaembu – UFSCar Área Sul (Via Bela Vista);
- Linha 03 – Azulville – Estação Norte (Via Getúlio Vargas);
- Linha 04 – Vila São José – Redenção (Via Praça Itália);
- Linha 05 – Redenção – Vila São José (Via Boa Vista);
- Linha 06 – Cardinalli – Vila São José (Via Tapete);
- Linha 08 – Fagá (Major) – Sesi (Via Rua Larga);
- Linha 12 – CDHU – Santa Paula (Via Santa Casa);
- Linha 13 – Astolpho – Tortorelli (Via Santa Casa);
- Linha 14 – Redenção – Santa Paula (Via Bela Vista);
- Linha 17 – Jardim Maracanã – Vila Nery (Via Bela Vista);
- Linha 18 – Planalto Verde – Estação Norte (Via CDHU);
- Linha 20 – Fagá – Shopping (Via Estação Norte);

- Linha 23 – Antenor Garcia – USP 2 (Via Santa Casa);
  - Linha 24 – Azulville – Santa Casa (Via Estação);
  - Linha 25 – Sesi – Santa Maria (Via Estação Norte);
  - Linha 26 – Paulistano – Monte Carlo (Via Santa Casa);
  - Linha 27 – Santa Felícia – Antenor Garcia (Via Santa Casa);
  - Linha 28 – De Cresci – Redenção (Via Bela Vista);
  - Linha 30 – Redenção – Jóquei Clube (Via Estação Norte);
  - Linha 31 – Itamaraty – Belvedere (Via Estação Norte);
  - Linha 32 – Paulistano – Monte Carlo (Via Estação Norte);
  - Linha 33 – Vila Jacobucci – Cruzeiro do Sul (Via Rua Larga);
  - Linha 34 – Douradinho – Novo Mundo (Via Estação Norte);
  - Linha 36 – Paulistano – Jardim Maracanã (Via Santa Casa);
  - Linha 37 – Vila Jacobucci – Jardim Beatriz (Via Estação Norte);
  - Linha 38 – Parque Fehr – Jardim Gonzaga (Via Estação Norte);
  - Linha 40 – Santa Felícia – Antenor Garcia (Via Estação Norte);
  - Linha 41 – Arnon de Mello – Cidade Aracy I (Via Estação Sul);
  - Linha 42 – Azulville – Shopping (Via SESC)
  - Linha 43 – Jóquei Clube – Shopping (Via Santa Casa);
  - Linha 46 – Novo Horizonte – Parque Fehr (Via Santa Casa);
  - Linha 47 – Parque Fehr – Dona Francisca (Via Santa Casa);
  - Linha 51 – Jóquei Clube – Botafogo (Via Santa Casa);
  - Linha 57 – Douradinho – Redenção (Via Boa Vista).
- 
- **Linhas interurbano**
  - Linha 44 – Água Vermelha – Estação (Via Estação Norte);
  - Linha 52 – Santa Eudóxia – Estação (Via Estação Norte);
  - Linha 58 – Samambaia – Estação (Via Estação Norte).

- **Linhas perimetrais**

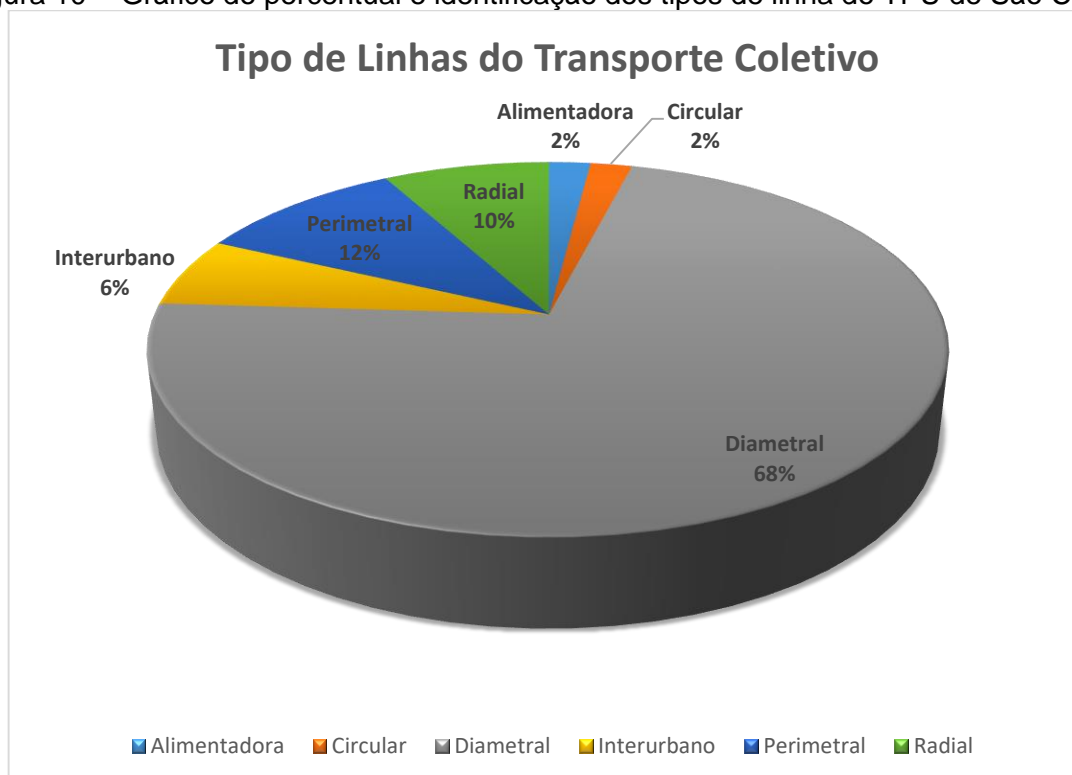
- Linha 49 – Arnon de Mello – Jardim Medeiros (Via Shopping);
- Linha 53 – Jôquei Clube – Astolpho (Via UFSCar – USE);
- Linha 54 – Itamaraty – Embaré (Via Santa Casa);
- Linha 55 – Zavaglia – Arnon de Mello (Via Shopping);
- Linha 56 – Douradinho – Planalto Paraiso (Via Shopping);
- Linha 63 – Estação Norte – Novo Horizonte (Via SP-310).

- **Linhas radiais**

- Linha 10 – Estação – São Carlos 8 (Via Pq. Primavera);
- Linha 60 – Mercado – Zavaglia (Até Antenor Garcia);
- Linha 61 – Araucária – Estação (Via Santa Casa);
- Linha 62 – Cedrinho – Estação (Via Praça Itália);
- Linha 66 – Abdelnur – Mercado (Via Zavaglia).

Após a classificação das linhas por tipo, fica mais compreender a dificuldade em se conseguir uma melhora na distribuição do sistema de transporte, ainda de acordo com o levantamento a seguir será feito a estratificação em porcentagem e quantificação numérica das linhas. Essas representações nos mostram a números onde está concentrado a maior quantidade de linhas, sendo do tipo diametral. Sessenta e oito por cento do sistema de São Carlos conserva um tipo de linha que gera o travamento do sistema, com poucas opções aos usuários para chegar ao seu destino, porém gerando um excesso de veículos na região central da cidade, conseqüentemente aumentado o trafego, gerando comboio e contribuindo para o congestionamento em horários de pico.

Figura 10 - Gráfico do percentual e identificação dos tipos de linha do TPU de São Carlos



Fonte: Autor Dez/2021.

Figura 11: Análise da Rede de TPU de São Carlos

<b>ANÁLISE DE REDE</b>		
TIPO DE LINHA	QTD.	%
Alimentadora	1	2
Circular	1	2
Diametral	33	68
Interurbano	3	6
Perimetral	6	12
Radial	6	10
Total de Linhas	50	

Fonte: Autor Dez/2021.

## 4.2 PROBLEMAS IDENTIFICADOS

Os problemas abaixo citados foram identificados por observação empírica, por contar com dados explorados do sistema ao longo dos anos, onde foi utilizado os treze anos de trabalho no sistema de transporte público exercido pelo autor e por diálogos com gestores do TPU:

- **Falta de flexibilização nos itinerários**

O Sistema de transporte de São Carlos com seu modal majoritário de linhas diametrais, inviabiliza a flexibilização de itinerários ao longo do dia, deixando um sistema pouco atrativo para quem utiliza.

- **Poucos ônibus para atender no horário de pico**

Para atender ao número de usuários do transporte público se faz necessário a implantação de ônibus em horários de pico, não foi possível quantificar, mas de qualitativa, se notou um número reduzido de ônibus no atendimento dos usuários.

- **Ônibus travado no trânsito gerando atrasos**

Por não haver prioridade para o transporte público urbano na cidade, os ônibus ficam “travados” no trânsito nos horários de pico, acumulando atrasos e gerando reclamações por parte dos usuários.

- **Itinerários cansativos e excesso de tempo dentro do ônibus**

Por se tratar de linhas convencionais do tipo diametral, sendo assim, o trajeto da linha é feito de forma a otimizar o custo operacional, o usuário perde tempo de vida dentro do coletivo, uma vez que seu trajeto pode durar entre quarenta e cinco minutos a uma hora dentro do coletivo.

Foi possível verificar que 68% (sessenta e oito) por cento das linhas sendo diametrais, não há otimização para os passageiros nem para empresa que opera após

o pico de usuários, inviabilizando, por exemplo, a retirada de ônibus sem demanda, sendo que em geral as linhas possuem apenas dois ônibus.

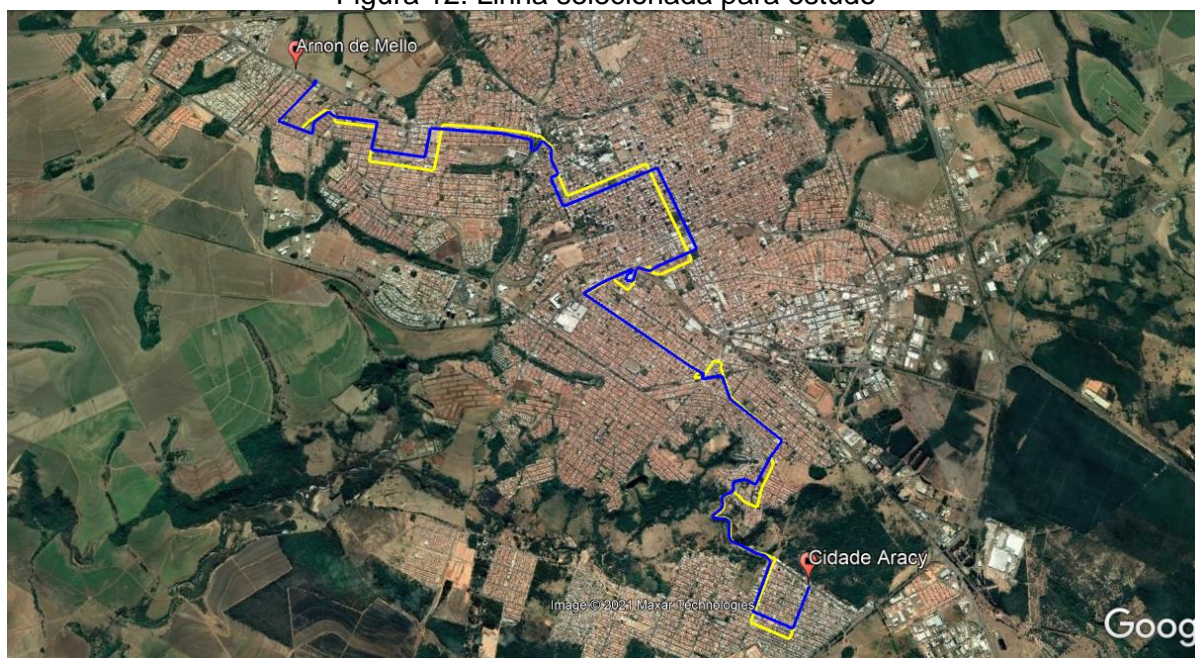
### 4.3 COMPARATIVO DE UMA LINHA DO SISTEMA RADIAL (ATUAL) X TRONCO ALIMENTADO (PROPOSTO)

#### SISTEMA DIAMETRAL (ATUAL)

- **Linha escolhida para efeito de comparação**

Tendo em vista o número grande de linhas dentro do sistema de transporte atual, será relacionada uma única linha a fim de efeito de comparação.

Figura 12: Linha selecionada para estudo



Fonte: adaptado de Google Earth, acessado em Dez/2021.

#### **Linha 41 – Arnon de Melo x Cidade Aracy I – via Estação SUL**

##### **Dados da linha**

- **Sentido Ida (linha amarela):** Cidade Aracy I/ Monte Carlo/ Cruzeiro do Sul/ Escola Jesuíno de Arruda/ Estação Sul/ Av. Sallum/ Estação Fepasa/ Centro/

Carlos Botelho/ Santa Casa/Miguel Petroni/ Pista de Skate/ Santa Felícia/  
Arnon de Mello

- **Sentido Volta (linha azul):** Arnon de Mello/ Santa Felícia/ Pista de Skate/  
Miguel João/ Santa Casa/ XV de Novembro/ Centro/ Estação Fepasa/ Av.  
Sallum / Cruzeiro do Sul/ Monte / Carlos / Cidade Aracy I

### **Extensão da Linha**

- **Cidade Aracy I => Arnon de Mello = 18,1 km**
- **Arnon de Mello => Cidade Aracy I = 17,4 km**

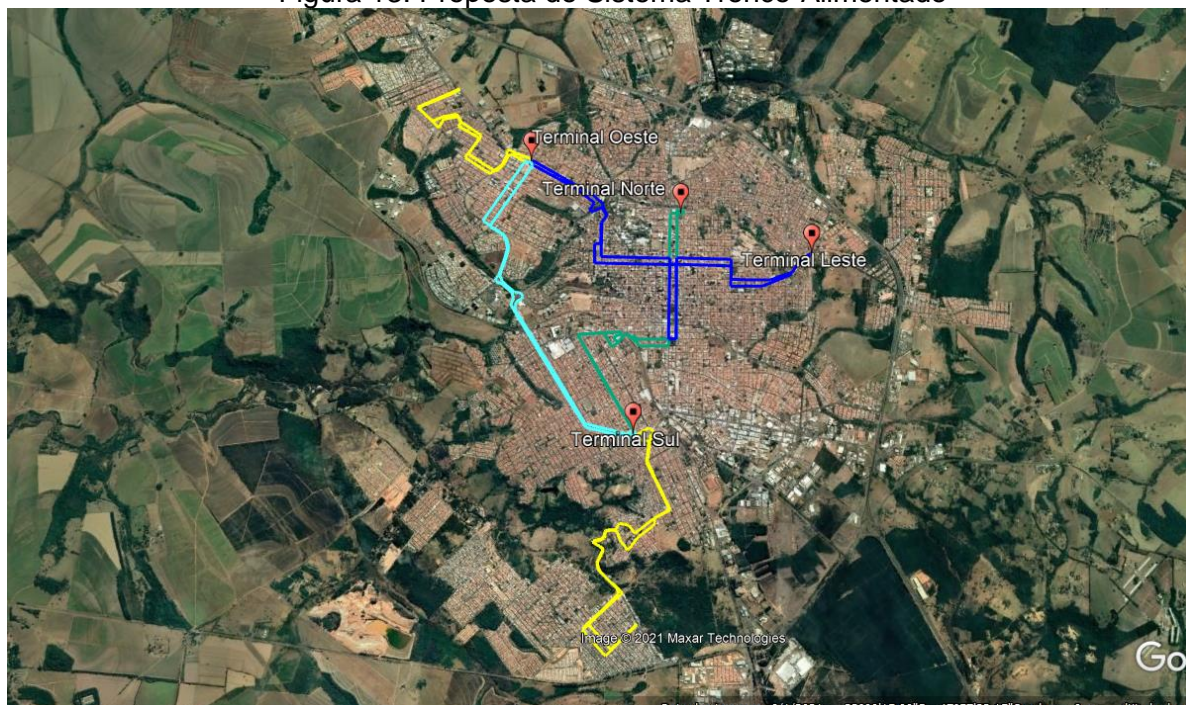
### **Tempo médio de viagem**

Adotando como tempo de planejamento uma velocidade média de 16km/h o tempo de percurso será:

- **Cidade Aracy I => Arnon de Mello = 1h08min**
- **Arnon de Mello => Cidade Aracy I = 1h05min.**

## PROPOSTA DO SISTEMA TRONCO X ALIMENTADO

Figura 13: Proposta do Sistema Tronco-Alimentado



Fonte: adaptado de Google Earth, acessado em Dez/2021.

O sistema tronco-alimentado consiste em quatro terminais, norte, sul, leste e oeste (linhas azul, verde e magenta), e por linhas alimentadoras (linhas amarelas).

### Dados da linha

#### Principais pontos do trajeto (Sentido ida)

- **Cidade Aracy I/ Monte Carlo/ Cruzeiro do Sul/ Escola Jesuíno de Arruda/ Estação Sul/ Av. Dr. Tancredo de Almeida Neves / Av. Francisco Pereira Lopes /Miguel Petroni/ Estação Oeste/ Pista de Skate/ Santa Felícia/ Arnon de Mello**

#### Principais pontos do trajeto (Sentido volta)

- **Arnon de Mello/ Santa Felícia/ Pista de Skate/ Estação Oeste/ Miguel João/ Av. Francisco Pereira Lopes / Av. Dr. Tancredo de Almeida Neves/ Estação Sul / Cruzeiro do Sul/ Monte / Carlos / Cidade Aracy I**

**Extensão da Linha (Sentido ida): Cidade Aracy I => Arnon de Mello**

- **Cidade Aracy I => Estação Sul = 6km**
- **Estação Sul => Estação Oeste = 5,9km**
- **Estação Oeste => Arnon de Mello = 3,7 km**
- **Total = 15,6 km**

**Extensão da Linha (Sentido volta): Arnon de Mello => Cidade Aracy I**

- **Arnon de Mello => Estação Oeste = 3,7 km**
- **Estação Oeste => Estação Sul = 5,9 km**
- **Estação Sul => Cidade Aracy I = 5,7 km**
- **Total = 15,3 km**

**Tempo médio de viagem**

Adotando como tempo de planejamento uma velocidade média de 16km/h o tempo de percurso será:

- **Cidade Aracy I => Arnon de Mello = 58 min**
- **Arnon de Mello => Cidade Aracy I = 57 min.**

## 5. DISCUSSÃO E CONCLUSÕES

Ao analisarmos os dados obtidos em relação ao comparativo dos sistemas de transporte Diamtral x Tronco alimentado podemos considerar:

- **Pontos positivos na adoção do sistema tronco-alimentado**

- Redução em média de onze por cento no trajeto dos usuários, levando em consideração a velocidade média de projeto de 16km/h, levando em consideração uma velocidade linear para ambas as situações. Porém ao olharmos para o sistema tronco-alimentado, vemos que o mesmo acessa as marginais da cidade, portanto, sua velocidade média aumenta, mas a título de comparação foi mantido a velocidade padrão.
- O tempo dentro do coletivo foi reduzido em média oito minutos, esse tempo economizado pelos usuários tem um impacto no seu dia a dia, se consideramos um percurso com quatro viagens (ida e volta, mais horário de almoço, ida e volta), estamos falando de quatro viagens por dia, em um único dia a economia chega a trinta e dois minutos, se considerarmos uma semana de trabalho de segunda a sexta-feira, esse valor sobe para duas horas e quarenta minutos de vida a mais.
- Possibilidade de realizar a viagem com mais conforto, tendo em vista que a viagem é constituída por duas linhas alimentadoras e uma troncal, sendo possível o dimensionamento de cada linha de acordo com a demanda.
- Possibilidade de utilizar veículos de maior porte ou menor capacidade, reduzindo ou otimizando a frota.

- **Pontos negativos na adoção do sistema tronco-alimentado**

- Necessidade de transbordo ao longo das viagens (transferência forçada) nos terminais de integração.

Conforme demonstrado acima os benefícios do sistema tronco-alimentado, são maiores do que os malefícios. Em São Carlos, tendo em vista a grande quantidade de veículos existentes (carros, motos, caminhões), se justifica um estudo mais amplo para implantação deste modal de transporte, uma vez, que seria possível reduzir o número de ônibus circulando pelas vias centrais, com adoção de linhas troncos, ônibus de maior capacidade, com isso minimizando o efeito comboio, reduzindo a frota que circula pelo centro, gerando prioridade ao transporte coletivo.

Outro fato a ser destacado nesse modal de transporte é a possibilidade do gestor juntamente com a empresa que administra o transporte urbano da cidade, alterar a demanda de forma pontual, atender uma determinada região com um número maior de ônibus nas linhas alimentadoras, de acordo com a faixa horária, aumentar o número de ônibus nas linhas troncos ou colocar ônibus de maior capacidade. Gerando fluidez e economia de tempo e recursos.

Podemos considerar um tempo de espera entre uma integração e outra, o que deixaria a viagem em alguns momentos igual o sistema radial (atual), porém com o sistema tronco alimentado é possível realizar adequação de trajeto, buscar otimizar as linhas alimentadoras, possibilitando um ganho maior de tempo na viagem.

## 6. ESTUDOS FUTUROS

O transporte público se faz ainda um sistema eficiente para transportar usuários para atender os mais diversos serviços em nossa sociedade. Mas é inegável que hoje ele se tornou pouco atrativos aos usuários, seja por fatores econômicos, logísticos, sociais ou de outra ordem, é necessário o empenho do poder público para promover o acesso com dignidade e qualidade a este direito, como sugestão para estudos futuros dentro do município de São Carlos se destaca:

- **Pesquisa origem/destino:** através de dados estatísticos e quantitativos é possível saber exatamente onde está a demanda do transporte público urbano;
- **Alteração do modal do transporte:** Conforme demonstrado a alteração do modal de transporte é primordial para aliar qualidade x eficiência;
- **Pesquisa de qualidade:** entrevistar os usuários de transporte para saber como está a qualidade em itens como pontualidade, limpeza dos ônibus, frequência, postura e atendimento do motorista, informação aos usuários e lotação. São quesitos a serem levantados.

## 7. REFERÊNCIAS

ARAÚJO, Marley Rosana Melo de et al. Transporte público coletivo: discutindo acessibilidade, mobilidade e qualidade de vida. **Psicologia & Sociedade**, v. 23, n. 3, p. 574-582, 2011.

BRASIL. Câmara dos Deputados. Comunicação. **Transporte completa um ano como direito social garantido pela Constituição Federal**. Disponível em: : <[DA SILVA, Roberto Bernardo et al. 14 Elaboração de linhas alimentadoras para as cidades do Gama e de Santa Maria dentro do Modelo Tronco-Alimentado da Rede de Linhas do BRT Sul de Brasília/DF. \*\*Estudios Iberoamericanos en Ingeniería de Tránsito, Transporte y Logística\*\*, p. 201.](https://www.camara.leg.br/noticias/497763-transporte-completa-um-ano-como-direito-social-garantido-pela-constituicao-federal/#:~:text=Transporte%20completa%20um%20ano%20como%20direito%20social%20garantido%20pela%20Constitui%C3%A7%C3%A3o%20Federal,-Compartilhe%20Vers%C3%A3o%20para&text=Em%20setembro%20de%202015%20foi,transporte%20como%20um%20direito%20social.>Acesso em: mar. 2021</a></p></div><div data-bbox=)

FERRAZ, A. C. P.; TORRES, I. G. E. **Transporte público coletivo urbano**. São Carlos. Rima, 2004.

Ferraz, A. C. P.; Torres, I. G.E. (2004) Transporte público urbano. São Paulo, Rima Editora, 428 p

Lima Jr., O. F.; Gualda, N. D. F. (1995) Qualidade em serviços de transportes: conceituação e procedimentos para diagnóstico. In: IX Congresso da Associação Nacional de Pesquisa e Ensino em Transportes – ANPET, São Carlos, SP. Anais, v. 2, p. 668-679.

MARINS, C. S. **Uma abordagem multicritério para a avaliação e classificação da qualidade do transporte público por ônibus segundo a percepção dos usuários**. Rio de Janeiro, 2007. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Transportes) –Programa de Pós-graduação em Engenharia de Transportes, Campos dos Goytacazes –RJ. Universidade Estadual do Norte Fluminense –UENF, 2007.

TIRONI, L. F.; SILVA, L. C. E.; VIANA, L. M.; MEDICI, A. C. (1991). **Critérios para a geração de indicadores de qualidade e produtividade no serviço público**. IPEA -textos para discussão interna. Brasília.